

Verfahren zur Steuerung eines Antriebsmotors  
einer Vakuum-Verdrängerpumpe

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Steuerung eines Antriebsmotors einer Vakuum-Verdrängerpumpe sowie auf eine Vakuum-Verdrängerpumpe mit einer Steuerung ihres Antriebsmotors.

Vakuum-Verdrängerpumpen sind beispielsweise Membranpumpen, Drehschieberpumpen, Kolbenpumpen oder Rootspumpen und werden häufig als Vorvakuum-pumpen in Kombination mit einer Hochvakuum-pumpe eingesetzt. Eine Besonderheit der genannten Vakuum-Verdrängerpumpen ist, dass der durch sie erreichbare Enddruck, also der Vorvakuumdruck in hohem Maße drehzahlabhängig ist, wobei die Drehzahl bei hohen

- 2 -

Eingangsdrücken hoch und bei niedrigen Eingangsdrücken niedrig sein muss, um ein optimales Saugvermögen zu realisieren. Dies ist dadurch zu erklären, dass bei niedrigen Eingangsdrücken aufgrund der geringen Differenz zwischen Eingangsdruck und Saugdruck im Arbeitsraum die Füllung des Saugraumes relativ langsam erfolgt. Dies hat bei niedrigen Eingangsdrücken einen schlechten Füllgrad der Vakuum-Verdrängerpumpe zur Folge, der nur durch Verlängerung der Öffnungszeiten des Einlassventiles, also durch eine Verringerung der Drehzahl verbessert werden kann.

Aus DE 198 16 241 C1 ist eine Vakuum-Verdrängerpumpe bekannt, die in Abhängigkeit von einem Eingangsdruck-Wert mit zwei verschiedenen Drehzahlen betrieben wird, nämlich mit einer hohen Drehzahl zum Evakuieren und mit einer niedrigen Drehzahl zum Erreichen eines niedrigstmöglichen Enddruckes. Vom Pumpbeginn bis zum Erreichen des Enddruckes wird relativ viel Zeit benötigt.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, ein Verfahren bzw. eine Vakuum-Verdrängerpumpe zu schaffen, mit dem bzw. mit der der Enddruck schneller erreicht werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen der Ansprüche 1, 3 bzw. 10 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Anspruch 1 zur Steuerung eines Antriebsmotors einer Vakuum-Verdrängerpumpe weist die Verfahrensschritte Speichern einer Druck-Drehzahl-Kurve, Ermittlung des Eingangsdruck-Wertes, Drehzahl-Wert-Ermittlung

- 3 -

aus der Kurve und Betrieb des Antriebsmotors mit dem ermittelten Drehzahl-Wert auf.

Zunächst wird eine Kurve gespeichert, in der für Eingangsdruckwerte  $p$  größer oder gleich einem oberen Grenzdruck  $p_1$  ein einziger konstanter oberer Drehzahl-Wert  $n_1$  zugeordnet ist, und die einen Änderungsbereich für Eingangsdruck-Werte  $p$  kleiner dem oberen Grenzdruck  $p_1$  aufweist, wobei in dem Änderungsbereich den Eingangsdruck-Werten  $p$  verschiedene Drehzahl-Werte  $n_v$  zugeordnet sind.

Bei Betrieb des Antriebsmotors wird ständig der Eingangsdruck-Wert  $p$  ermittelt, aus dem Eingangsdruck-Wert  $p$  in der Kurve die zugeordnete Drehzahl  $n$  ermittelt, sowie der Antriebsmotor mit der ermittelten Drehzahl  $n$  betrieben. Während bei hohen Eingangsdruck-Werten  $p$  oberhalb des oberen Grenzdruckes  $p_1$  der Antriebsmotor mit einer maximalen konstanten Drehzahl  $n_1$  betrieben wird, wird für Drehzahlen unterhalb des oberen Grenzdruckes  $p_1$  in Abhängigkeit von dem Eingangsdruck-Wert  $p$  annähernd stufenlos ein entsprechender Drehzahl-Wert  $n_v$  zugeordnet. Auf diese Weise kann das effektive Saugvermögen der Verdrängerpumpe für jeden Eingangsdruck-Wert auf einem größtmöglichen Niveau gehalten werden. Hierdurch wird die Zeit vom Beginn der Evakuierung bis zum Erreichen des Enddruckes verkürzt. Durch das Anpassen der Drehzahl an den Eingangsdruck-Wert wird die erforderliche Antriebsenergie sowie, durch das niedrigere durchschnittliche Drehzahl-Niveau, der Verschleiß reduziert. Hierdurch werden die Wartungs- und Betriebskosten reduziert, also die Wirtschaftlichkeit der Vakuum-Verdrängerpumpe verbessert.

- 4 -

Vorzugsweise weist die Kurve einen unteren Bereich für Eingangsdruck-Werte  $p$  kleiner oder gleich einem unteren Grenzdruck  $p_2$  auf, wobei dem unterem Bereich ein einziger konstanter unterer Drehzahl-Wert  $n_2$  zugeordnet ist und der Änderungsbereich auf Eingangsdruck-Werte  $p$  größer dem unteren Grenzdruckbereich  $p_2$  begrenzt ist. Die Kurve weist also sowohl einen oberen Druck-Bereich konstanter Drehzahl als auch einen unteren Druck-Bereich konstanter Drehzahl sowie, zwischen den beiden genannten Bereichen, einen Änderungsbereich nichtkonstanter Drehzahl auf. Eine derartige Kurve ist beispielsweise bei Vorvakuumumpumpen notwendig und sinnvoll, die für eine Pumpwirkung eine gewisse Mindestdrehzahl erfordern, da unterhalb der Mindestdrehzahl insbesondere durch Rückströmverluste keine Pumpwirkung mehr vorhanden ist. Dies trifft beispielsweise auf ölgedichtete Drehschieberpumpen zu. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Vakuum-Verdrängerpumpe stets oberhalb einer Drehzahl betrieben wird, bei der die Pumpfunktion auch bei sehr niedrigen Eingangsdrücken noch gewährleistet ist.

Gemäß einem nebengeordneten Verfahrensanspruch 3 weist die Kurve im Unterschied zum Verfahrensanspruch 1 statt eines oberen Bereiches einen unteren Bereich für Eingangsdruck-Werte  $p$  kleiner oder gleich einem unteren Grenzdruck  $p_2$  auf, wobei dem unteren Bereich eine einzige konstante untere Drehzahl  $n_2$  zugeordnet ist.

Vorzugsweise sind im Änderungsbereich abfallenden Eingangsdruck-Werten  $p$  abfallende Drehzahlen  $n_v$  zugeordnet, d.h. niedrigen Eingangsdruck-Werten  $p$  sind niedrige Drehzahl-Werte  $n_v$  zugeordnet.

Vorzugsweise liegt der obere Grenzdruck  $p_1$  zwischen 20 mbar und 1 mbar und liegt der untere Grenzdruck  $p_2$  zwischen 1,0 mbar und 0,005 mbar, wobei der obere Grenzdruck  $p_1$  größer ist als der untere Grenzdruck  $p_2$ .

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung liegt der obere konstante Drehzahlwert  $n_1$  zwischen 2.200 und 1.000 U/min und liegt der untere konstante Drehzahl-Wert  $n_2$  zwischen 300 und 1.300 U/min, wobei der obere konstante Drehzahl-Wert  $n_1$  größer als der untere konstante Drehzahl-Wert  $n_2$  ist.

Vorzugsweise ist die Verdrängerpumpe eine einer Hochvakuumpumpe vorgeschaltete Vorvakuumpumpe und ist der Eingangsdruck-Wert  $p$  der saugseitige Druck der Hochvakuumpumpe. Der Eingangsdruck-Wert  $p$  ist also der Druck in dem durch die Hochvakuumpumpe evakuierten Rezipienten. Alternativ kann der Eingangsdruck-Wert  $p$  auch der Vorvakuumdruck unmittelbar vor dem Eingang der Vorvakuumpumpe sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Eingangsdruck-Drehzahl-Kurve in einem Kennfeldspeicher hinterlegt. In dem Kennfeldspeicher ist jedem Eingangsdruck-Wert  $p$  eine entsprechende Drehzahl  $n$  zugeordnet.

Vorzugsweise ist der Antriebsmotor ein Asynchronmotor, der von einem entsprechend angesteuerten Frequenzumformer angesteuert wird. Der Antriebsmotor kann aber auch als Synchronmotor ausgeführt sein.

- 6 -

Die erfindungsgemäße Vakuum-Verdrängerpumpe weist einen Antriebsmotor, einen Eingangsdruck-Sensor und eine Antriebsmotor-Steuerung auf, die die Drehzahl  $n$  des Antriebsmotors in Abhängigkeit von dem durch den Eingangsdruck-Sensor ermittelten Eingangsdruck-Wert  $p$  steuert. Ferner weist die Antriebsmotor-Steuerung einen Speicher auf, in dem eine Kurve gespeichert ist, die für Eingangsdruck-Werte  $p$  des Eingangsdruck-Sensors jeweils eine Drehzahl  $n$  des Antriebsmotors angibt, wobei die Kurve zwei Bereiche aufweist: Der erste Bereich ist ein oberer Bereich für Eingangsdruck-Werte  $p$  größer oder gleich einem oberen Grenzdruck  $p_1$ , dem ein einziger konstanter oberer Drehzahl-Wert  $n_1$  zugeordnet ist. Der zweite Bereich ist ein Änderungsbereich für Eingangsdruck-Werte  $p$  kleiner dem oberen Grenzdruck  $p_1$ , wobei in dem Änderungsbereich den Eingangsdruck-Werten  $p$  verschiedene Drehzahl-Werte  $n_v$  zugeordnet sind.

Vorzugsweise weist die Antriebsmotor-Steuerung einen Prozessor auf, mit dem der Eingangsdruck-Sensor verbunden ist und der die Signale des Eingangsdruck-Sensors auswertet. Die ausgewerteten Eingangsdruck-Sensor-Signale können einer der Vakuum-Verdrängerpumpe zugeordneten Druckanzeige zugeführt werden. Die Eingangsdruck-Sensor-Signale werden also von der Antriebsmotor-Steuerung nicht nur im Hinblick auf die Steuerung des Antriebsmotors ausgewertet, sondern auch in ein Anzeigeformat umgewandelt und schließlich einer der Vakuumpumpe zugeordneten Anzeige zugeführt. Hierdurch erübrigt sich eine separate Auswerte- und Anzeigevorrichtung für das Anzeigen des Eingangsdruckes.

- 7 -

Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Pumpenanordnung mit einer erfindungsgemäßen Vakuum-Verdrängerpumpe als Vorvakuumpumpe und einer Hochvakuumpumpe, und

Fig. 2 einer Eingangsdruck/Drehzahl-Kurve, nach der die Drehzahl des Antriebsmotors der Vakuum-Verdrängerpumpe gesteuert wird.

In der Figur 1 ist schematisch eine Pumpenanordnung 10 dargestellt, die der Erzeugung eines Hochvakuums in einem Rezipienten 12 dient. Zur Erzeugung des Hochvakuums in dem Rezipienten 12 sind zwei Pumpen hintereinander geschaltet, nämlich eine Hochvakuumpumpe 14, beispielsweise eine Turbomolekularpumpe, und eine Vakuum-Verdrängerpumpe 16 als Vorvakuumpumpe, beispielsweise eine Membran-, Kolben- oder Drehschieberpumpe.

Die Vakuum-Verdrängerpumpe 16 weist im Wesentlichen eine Pumpvorrichtung 18 mit einem Verdränger in einem Pumpraum, einen Antriebsmotor 20 zum Antrieb der Pumpvorrichtung 18 und eine Antriebsmotor-Steuerung 22 zur Steuerung und Energieversorgung des Antriebsmotors 20 auf. Der Antriebsmotor 20 ist als Synchronmotor ausgebildet.

Ferner weist die Pumpenanordnung 10 zwei Eingangsdruck-Sensoren 24, 26 auf, wobei der eine Eingangsdruck-Sensor 24 den Vorvakuumdruck unmittelbar am Einlass der Vakuum-Verdrängerpumpe

- 8 -

16 ermittelt und der andere Eingangsdruck-Sensor 26 den Hochvakuumdruck in dem Rezipienten 12 ermittelt. Beide Eingangsdruck-Sensoren 24,26 sind mit einem Prozessor 28 der Antriebsmotor-Steuerung 22 verbunden, an den sie kontinuierlich Eingangsdruck-Werte  $p$  liefern. Die Antriebsmotor-Steuerung 22 weist ferner einen Frequenzumformer 30 auf, der von dem Prozessor 28 angesteuert wird und mit dem Antriebsmotor 20 verbunden ist. Der der Vakuum-Verdrängerpumpe 16 zugeordnete Eingangsdruck-Sensor 24 kann auch in die Vakuum-Verdrängerpumpe 16 integriert sein.

Der Prozessor 28 weist einen Kennfeldspeicher auf, in dem eine Kurve 32 hinterlegt ist, in der Eingangsdruck-Werten  $p$  jeweils eine Drehzahl  $n$  des Antriebsmotors 20 zugeordnet ist.

Die Kurve 32 weist einen oberen Bereich 34 auf, der sich von dem atmosphärischen Druck 1.013 mbar bis zu einem oberen Grenzdruck  $p_1$  von 10 mbar erstreckt. Dem oberen Bereich 34 der Kurve 32 ist ein einziger konstanter oberer Drehzahl-Wert  $n_1$  zugeordnet. Zwischen dem oberen Grenzdruck  $p_1$  und einem unteren Grenzdruck  $p_2$ , der ungefähr bei 0,01 mbar liegt, weist die Kurve 32 ein Änderungsbereich 36 auf, in dem den Eingangsdruck-Werten  $p$  verschiedene Drehzahl-Werte  $n_v$  zugeordnet sind. In dem Änderungsbereich 36 der Kurve 32 sind den fallenden Eingangsdruck-Werten  $p$  fallende Drehzahlen  $n_v$  zugeordnet. Jedem Eingangsdruck-Wert  $p$  ist im Änderungsbereich 36 ein anderer Drehzahl-Wert  $n_v$  zugeordnet. Die Kurve 32 weist ferner einen unteren Bereich 38 für Eingangsdruck-Werte  $p$  kleiner oder gleich dem unteren Grenzdruck  $p_2$  auf. In dem unteren Bereich 38 der Kurve 32 ist allen Eingangsdruck-Werten  $p$  ein einziger Drehzahl-Wert  $n_2$  zugeordnet.



Bei einer als Kolbenpumpe ausgebildeten Pumpvorrichtung 18 beträgt der obere Drehzahl-Wert  $n_1$  beispielsweise ca. 1.800 U/min und der untere Drehzahl-Wert  $n_2$  500 U/min. Bei einer Ausbildung der Pumpvorrichtung 18 als ölgedichtete Drehschieberpumpe liegt der obere Drehzahl-Wert  $n_1$  beispielsweise bei 2.100 U/min und der untere Drehzahl-Wert  $n_2$  bei 1.000 U/min.

Als Eingangsdruck-Wert  $p$  dient der Hochvakuumdruck, der von dem an dem Rezipienten 12 und saugseitig der Hochvakuumpumpe 14 angeordneten Eingangsdruck-Sensor 26 geliefert wird. Alternativ kann jedoch auch der Vorvakuumdruck des Eingangsdruck-Sensors 24 der Ermittlung der Eingangsdruck-Werte  $p$  dienen.

Der Verlauf der Kurve 32, die Grenzdrücke  $p_1$  und  $p_2$  und der obere und untere Drehzahl-Wert  $n_1$  und  $n_2$  werden durch Versuchsreihen ermittelt, um für jeden Eingangsdruck-Wert  $p$  eine Drehzahl des Antriebsmotors 20 zu ermitteln, bei der ein maximales effektives Saugvermögen der Verdrängerpumpe 16 erreicht wird. Die ermittelte Kurve wird anschließend in dem Kennfeldspeicher des Prozessors 28 gespeichert. Bei Betrieb der Pumpenanordnung 10 wird durch die Antriebsmotor-Steuerung 22 die Drehzahl  $n$  des Antriebsmotors 20 in Abhängigkeit von dem Hochvakuum-Eingangsdruck-Wert  $p$  aus der in dem Kennfeldspeicher hinterlegten Kurve 32 ermittelt. Der ermittelte Drehzahl-Wert  $n$  wird an den Frequenzumformer 30 ausgegeben, der entsprechende Drehfelder in den Statorspulen des als Asynchron- oder Synchronmotor ausgebildeten Antriebsmotors 20 generiert und mit der ermittelten Drehzahl

- 10 -

betreibt. Auf diese Weise kann die Verdrängerpumpe 16 stets mit dem maximalen effektiven Saugvermögen betrieben werden.

Der Prozessor 28 der Antriebsmotor-Steuerung 22 übernimmt ferner die Auswertung und Umwandlung der Signale des Eingangsdruck-Sensors 24 in ein Anzeigeformat. Die in das Anzeigeformat umgewandelten Eingangsdrücke werden einer Anzeigevorrichtung zugeführt, die an der Vakuum-Verdrängerpumpe 16 angeordnet ist, beispielsweise am Gehäuse der Antriebsmotor-Steuerung 22. Die Anzeigevorrichtung kann auch zur Anzeige der Drehzahl genutzt werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Steuerung eines Antriebsmotors (20) einer Vakuum-Verdrängerpumpe (16), mit den Schritten:

Speichern einer Kurve (32), die für Eingangsdruck-Werte  $p$  jeweils eine Drehzahl  $n$  des Antriebsmotors (20) angibt, wobei die Kurve (32) aufweist:

- einen oberen Bereich (34) für Eingangsdruck-Werte  $p$  größer oder gleich einem oberen Grenzdruck  $p_1$ , dem ein einziger konstanter oberer Drehzahl-Wert  $n_1$  zugeordnet ist, und
- einen Änderungsbereich (36) für Eingangsdruck-Werte  $p$  kleiner dem oberen Grenzdruck  $p_1$ , wobei in dem Änderungsbereich den Eingangsdruck-Werten  $p$  verschiedene Drehzahl-Werte  $n_v$  zugeordnet sind,

Ermitteln des Eingangsdruck-Wertes  $p$ ,

Ermitteln der dem Eingangsdruck-Wert  $p$  in der Kurve (32) zugeordneten Drehzahl  $n$ , und

Betrieb des Antriebsmotors (20) mit der ermittelten Drehzahl  $n$ .

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kurve (32) einen unteren Bereich (38) für Eingangsdruck-Werte  $p$  kleiner oder gleich einem unteren Grenzdruck

- 12 -

$p_2$  aufweist, dem unteren Bereich (38) ein einziger konstanter unterer Drehzahl-Wert  $n_2$  zugeordnet ist, und der Änderungsbereich (36) auf Eingangsdruck-Werte  $p$  größer dem unteren Grenzdruck  $p_2$  begrenzt ist.

3. Verfahren zur Steuerung eines Antriebmotors (20) einer Vakuum-Verdrängerpumpe (16), mit den Schritten:

Speichern einer Kurve (32), die für Eingangsdruck-Werte  $p$  jeweils eine Drehzahl  $n$  des Antriebmotors (20) angibt, wobei die Kurve (32) aufweist:

- einen unteren Bereich (38) für Eingangsdruck-Werte  $p$  kleiner oder gleich einem unteren Grenzdruck  $p_2$ , dem eine einzige konstante untere Drehzahl  $n_2$  zugeordnet ist,
- einen Änderungsbereich (36) für Eingangsdruck-Werte  $p$  größer dem unteren Grenzdruck  $p_2$ , wobei in dem Änderungsbereich (36) den Eingangsdruck-Werten  $p$  verschiedene Drehzahl-Werte  $n_v$  zugeordnet sind,

Ermitteln des Eingangsdruck-Wertes  $p$ ,

Ermitteln der dem Eingangsdruck-Wert  $p$  in der Kurve (32) zugeordneten Drehzahl  $n$ , und

Betrieb des Antriebmotors (20) mit der ermittelten Drehzahl  $n$ .

- 13 -

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass im Änderungsbereich (36) abfallenden Eingangsdruck-Werten  $p$  abfallende Drehzahlen  $n_v$  zugeordnet sind.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass der obere Grenzdruck  $p_1$  zwischen 20 mbar und 1 mbar liegt und der untere Grenzdruck  $p_2$  zwischen 1,0 mbar und 0,005 mbar liegt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass der obere konstante Drehzahl-Wert  $n_1$  zwischen 2.200 und 1.000 U/min und der untere konstante Drehzahl-Wert  $n_2$  zwischen 300 und 1.300 U/min liegt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, dass die Vakuum-Verdrängerpumpe (16) eine einer Hochvakuumpumpe (14) vorgeschaltete Vorvakuumpumpe und der Eingangsdruck-Wert  $p$  der saugseitige Druck der Hochvakuumpumpe (14) ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kurve (32) in einem Kennfeldspeicher hinterlegt ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsmotor (20) ein Asynchronmotor ist.
10. Vakuum-Verdrängerpumpe (16) mit einem Antriebsmotor (20), einem Eingangsdruck-Sensor (24) und einer Antriebsmotor-

- 14 -

Steuerung (22), die die Drehzahl  $n$  des Antriebsmotors (20) in Abhängigkeit von dem durch den Eingangsdruck-Sensor (24) ermittelten Eingangsdruck-Wert  $p$  steuert,

wobei die Antriebsmotor-Steuerung (22) einen Speicher aufweist, in dem eine Kurve (32) gespeichert ist, die für Eingangsdruck-Werte  $p$  des Eingangsdruck-Sensors (24) jeweils eine Drehzahl  $n$  des Antriebsmotors (20) angibt, wobei die Kurve (32) aufweist:

einen oberen Bereich (34) für Eingangsdruck-Werte  $p$  größer oder gleich einem oberen Grenzdruck  $p_1$ , dem ein einziger konstanter oberer Drehzahl-Wert  $n_1$  zugeordnet ist, und

einen Änderungsbereich (36) für Eingangsdruck-Werte  $p$  kleiner dem oberen Grenzdruck  $p_1$ , wobei in dem Änderungsbereich (36) den Eingangsdruck-Werten  $p$  verschiedene Drehzahl-Werte  $n_v$  zugeordnet sind.

11. Vakuum-Verdrängerpumpe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmotor-Steuerung (22) einen Prozessor (28) aufweist, mit dem der Eingangsdruck-Sensor (24) verbunden ist und der die Signale des Eingangsdruck-Sensors (24) auswertet.

1/1

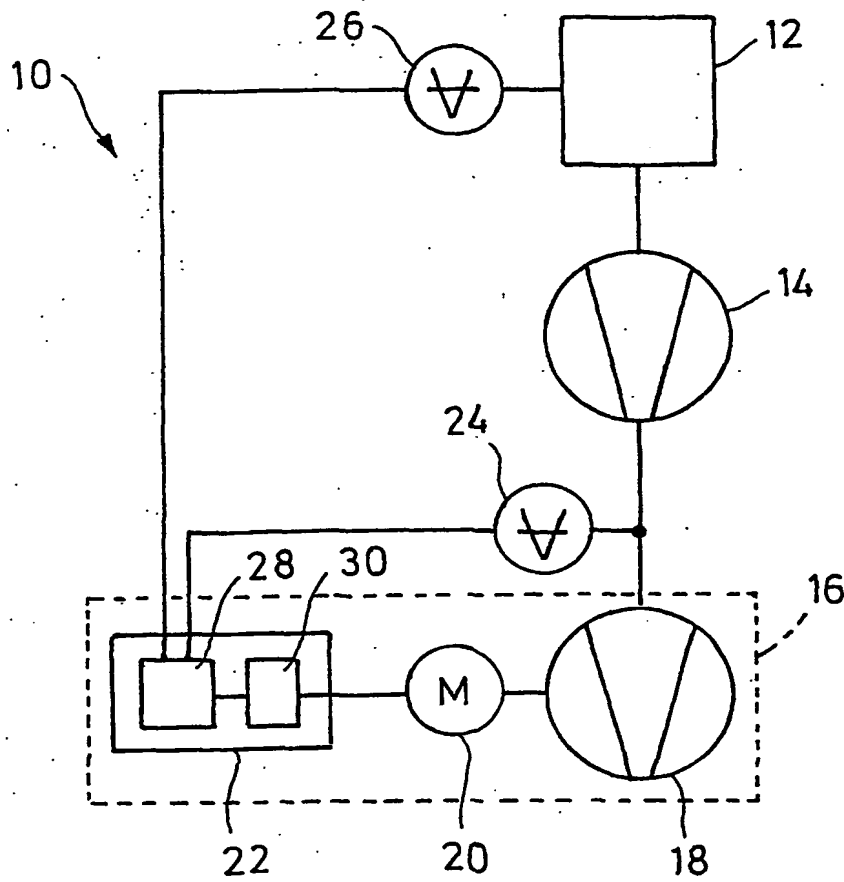


Fig. 1

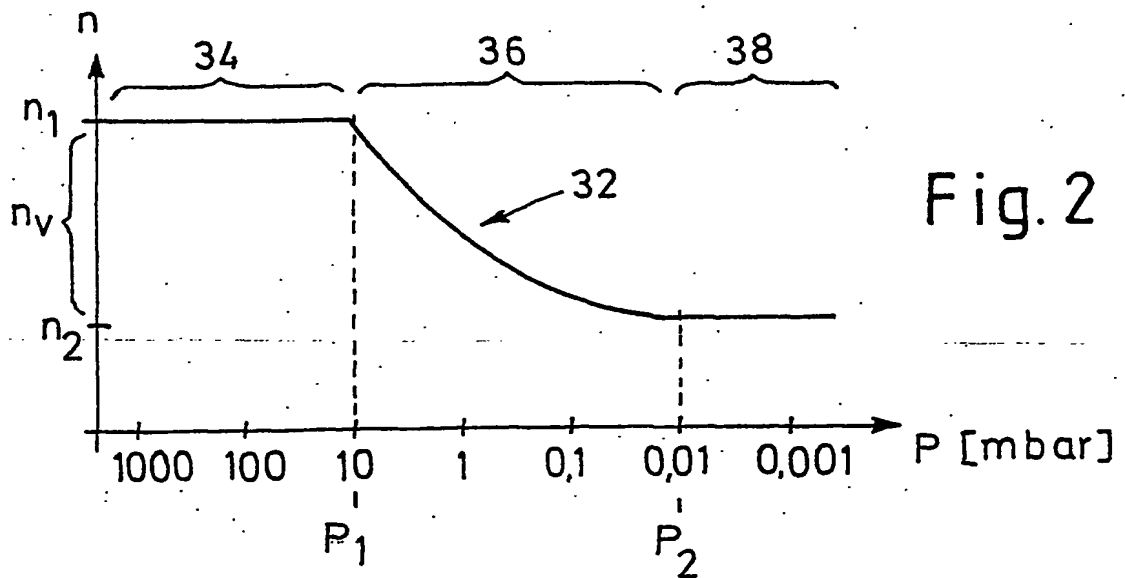


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/012529

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F04B49/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 947 692 A (SAHLIN ET AL) 7 September 1999 (1999-09-07) column 2, line 56 - column 4, line 48; figures 1,2	1-11
X	DE 198 16 241 C1 (VACUUBRAND GMBH + CO) 28 October 1999 (1999-10-28) cited in the application column 3, lines 7-32; claim 1; figure 2	1-11
A	DE 38 28 608 A1 (ALCATEL HOCHVAKUUMTECHNIK GMBH, 6980 WERTHEIM, DE) 8 March 1990 (1990-03-08) the whole document	1-11
A	DE 100 23 523 C1 (VACUUBRAND GMBH + CO KG) 13 December 2001 (2001-12-13) the whole document	1-11
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C:



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 March 2005

Date of mailing of the international search report

07/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Olona Laglera, C



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/012529

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 419 455 B1 (ROUSSEAU CLAUDE ET AL) 16 July 2002 (2002-07-16) the whole document -----	1-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/012529

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5947692	A	07-09-1999	CA 2306230 A1 EP 1027539 A1 WO 9923386 A1	14-05-1999 16-08-2000 14-05-1999
DE 19816241	C1	28-10-1999	NONE	
DE 3828608	A1	08-03-1990	NONE	
DE 10023523	C1	13-12-2001	NONE	
US 6419455	B1	16-07-2002	FR 2792083 A1 AT 280406 T DE 60015003 D1 EP 1043645 A1 WO 0060428 A1 JP 2002541541 T	13-10-2000 15-11-2004 25-11-2004 11-10-2000 12-10-2000 03-12-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012529

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F04B49/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 947 692 A (SAHLIN ET AL) 7. September 1999 (1999-09-07) Spalte 2, Zeile 56 - Spalte 4, Zeile 48; Abbildungen 1,2	1-11
X	DE 198 16 241 C1 (VACUUBRAND GMBH + CO) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeilen 7-32; Anspruch 1; Abbildung 2	1-11
A	DE 38 28 608 A1 (ALCATEL HOCHVAKUUMTECHNIK GMBH, 6980 WERTHEIM, DE) 8. März 1990 (1990-03-08) das ganze Dokument	1-11
	----- -/-- -----	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. März 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/04/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Olona Laglera, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012529

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 23 523 C1 (VACUUBRAND GMBH + CO KG) 13. Dezember 2001 (2001-12-13) das ganze Dokument -----	1-11
A	US 6 419 455 B1 (ROUSSEAU CLAUDE ET AL) 16. Juli 2002 (2002-07-16) das ganze Dokument -----	1-11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012529

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5947692	A	07-09-1999	CA	2306230 A1	14-05-1999
			EP	1027539 A1	16-08-2000
			WO	9923386 A1	14-05-1999
DE 19816241	C1	28-10-1999	KEINE		
DE 3828608	A1	08-03-1990	KEINE		
DE 10023523	C1	13-12-2001	KEINE		
US 6419455	B1	16-07-2002	FR	2792083 A1	13-10-2000
			AT	280406 T	15-11-2004
			DE	60015003 D1	25-11-2004
			EP	1043645 A1	11-10-2000
			WO	0060428 A1	12-10-2000
			JP	2002541541 T	03-12-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**